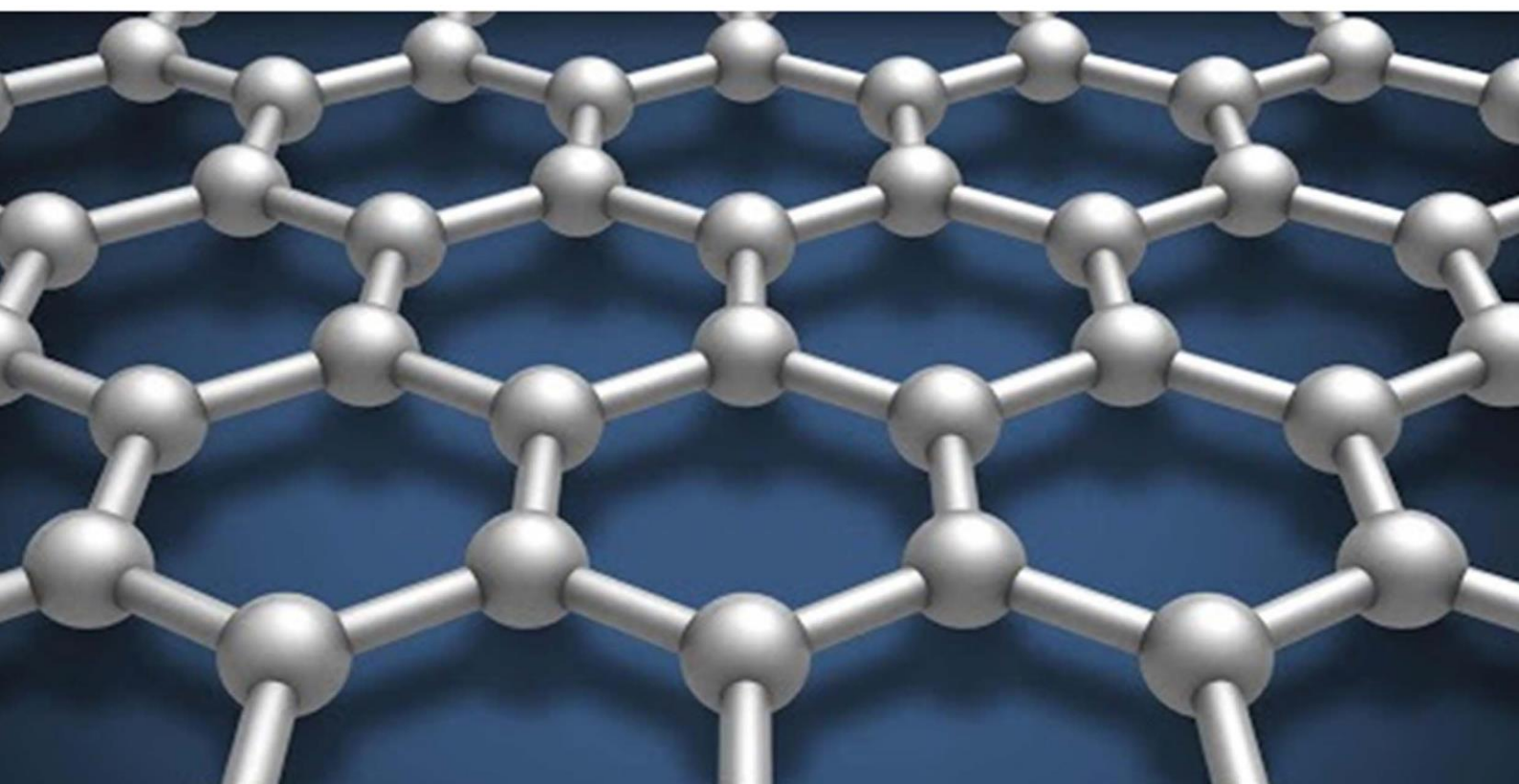


O'zbekiston

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

мл модификацияланган КУ-2-8 0,1 н мис сульфат эритмасини таркибидан 2480 мл мис ионларини тулик сорбция килганини кўриш мумкин. Экспериментал тадқиқот

натижаларини ИҚ-спектрлари тебранишлари билан таққосланганда ҳам  $\text{Cu}^{2+}$  ионлари сув молекулалари билан координацион боғ ҳосил қилиб боғланганини исботлади.

#### Адабиётлар рўйхати

1. Liu, Mingyan & Zhang, Yang. (2014). Ion-Exchange Adsorption of Calcium Ions from Water and Geothermal Water with Modified Zeolite A. *AIChE Journal*. 61. <https://doi.org/10.1002/aic.14671>
2. Касимов Ш.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Исследование процесса комплексообразования ионов некоторых двухвалентных 3d-металлов синтезированном хелатообразующим сорбентом // Универсум: хим. и био-я:электрон.научн.журн.2018.№3(45).URL:<https://7universum.com/ru/nature/archive/item/5583>
3. Gelis, V. & Kharitonov, O. & Firsova, Lubov & Milyutin, V. & Logunov, Michail & Kozlitin, Yevgeny & Nekrasova, N. & Pavlov, Yuri & Kononenko, O. & S'hadrin, A. & Vitaliy, Vidanov & S'hatalov, V. Sorbent Selection for the Chromatographic Separation of TPE and REE. 2021. Т.1. №.76 81-92.
4. Kuchkarova, N., Turabjanov, S., Yakovenko, A., & Rakhimova, L. Модификация катионита КУ-2-8 растворами Титана (IV). Журнал Химия и химическая технология. Ташкент., 2022. №3., С.32-37. DOI: 10.34920/cse202235
5. Сергиенко В. И., Перфильев А. В., Ксеник Т. В., Юдаков А. А. Получение и применение гидрофобных сорбентов из алюмосиликатов // Труды Кольского научного центра РАН. 2015. №5 (31). С.202-209.
6. Иканина Е.В. Физико-химические закономерности синтеза, микроструктура и функциональные свойства композиционного сорбента катионит КУ-2×8 – гидроксид железа (ИИИ): дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04 / УрФУ. Екатеринбург. 2013. 176 с.
7. Turabdzhanov S., Nazirov Z., Turaeva D., Rakhimova L. Perspective Wastewater Treatment from  $\text{Cu}^{2+}$  Ions in the Mining Industry // IVth International Innovative Mining Symposium.E3S Web of Conferences 105,02025 (2019).<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502025>.-P.2-6.
8. Кучкарова Н.Х. Модификацияланган ион алмашиниш полимерларини олиш технологияси ва уларнинг қўлланилиши // мавзусидаги диссертация иши. Тошкент 2023 й. УДК 661.182.547.721
9. Кострикин А.В., Кузнецова Р.В., Косенкова О.В., Меркулова А.Н., Лин'ко И.В. ИК-спектр гидратированного диоксида титана Университет им. В. И. Вернадского 2007, но.2(8), пп.180-188.
10. Gerasimova L.G. Titanofosfatnyye sorbenty dlya ochistki zhidkikh stokov ot radionuklidov, tyazhelykh tsvetnykh metallo. Tsvetnyye metally, 2005, no. 3, pp. 87-91.



#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СТРУКТУРОЙ ЭПОКСИСИЛОКСАНОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ИХ ВАЖНЕЙШИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х.

*ГУП «Фан ва тараккиёт» при ТашГТУ им. И. Каримова*

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты исследований взаимосвязи между структурой эпоксисилоксановых полимерных композиций и их важнейших эксплуатационных (угла смачивания ( $\theta$ ), коэффициент трения ( $\mu$ ), адгезионная прочность ( $A$ ), удерживающая сила сцепления ( $F$ ), ударной вязкости ( $A$ ), предела прочности при растяжении ( $\Pi$ ), относительного удлинения ( $\epsilon$ ) и микротвердость ( $H$ )) свойств эпокси-диметилсилоксановых полимеров. Исследованиям установлено, что в результате старения эпоксисилоксановых полимеров наблюдается снижение их основных физико-механических и эксплуатационных свойств на 15-20%, у эпоксидных - на 30-55%. Методами математического планирования эксперимента по Боксу-Хантеру определяли оптимальные режимы термообработки и соотношения компонентов в смесях.

**Ключевые слова:** угла смачивания, коэффициент трения, адгезионная прочность, удерживающая сила сцепления, ударной вязкости, относительные удлинение, микротвердость.

**Введение.** В последнее время для этих целей использовались микроизотропные материалы и работоспособность элементов оснастки на их основе не достигла требуемого уровня, особенно при производстве строительных конструкции с рельефной отделкой, когда ухудшались условия получения

и распалубка железобетонных конструкций. Поэтому разработка полимер-полимерных композиционных материалов, в частности эпоксисилоксановых композиций и покрытий на их основе с высокими физико-механическими и триботехническими свойствами имеет особое значение и является востребованным.

**Объекты исследования:** В качестве объектов исследования выбраны промышленно-выпускаемые и широко используемые в народном хозяйстве в качестве основы конструкционных материалов эпоксидные олигомеры ЭД-20, ЭЦ-Н, УП-655. В качестве их отвердителей - пиперидин, аминифенол (УП-583), моноцианэтилдиэтилентриамин (УП-0633М), аддукт пиперидина и эпоксидианового олигомера ЭД-20 (Аддукт). В качестве силоксановых олигомеров - олигометилсилсеквиосан (КО-812), полиалюмофе-нилсилоксан (КО-810), диметилсилоксановый каучук со своим отвердителем - метиловым эфиром ортотитановой кислоты (ДМСК/МЭОТК). Первые два силоксановых олигомера являются соотвердителями эпоксидных олигомеров. В качестве наполнителей для придания магнитных свойств эпокисилоксановым композиционным материалам использованы феррит стронция и железный порошок, для повышения триботехнических свойств - графит ГС-2.

**Методы исследования.** В работе использованы методы ДТ и ТГ-анализа, с помощью которых изучались фазовые переходы в эпокисилоксановых полимерах. Структуру эпокисилоксановых полимеров и композиционных материалов изучали методом оптической микроскопии. Идентификацию состава градиентных эпокисилоксановых полимеров проводили с использованием ИК-спектроскопии. Микрошероховатость поверхности оценивалась методом профилографирования. Определение физико-механических, триботехнических и защитных свойств осуществлялось по стандартным методикам и ГОСТам. Налипаемость бетона на элементе технологической оснастки и усилие распалубки измерялось по методике, разработанной в ЦНИИСК. Методом математического планирования эксперимента по Боксу-Хантеру оптимизировали режимы химического формования. Результаты экспериментальных данных обрабатывались методами математической статистики с использованием ЭВМ "Искра-1256".

**Результаты исследований и их анализ.** В первом этапе обсуждаются результаты исследований микрошероховатости рабочей поверхности образцов эпокисилоксановых полимеров, а также их триботехнические и теплофизические свойства в зависимости от состава смесей и технологии получения полимеров.

Высоты микронеровностей и расстояния между ними существенно зависят от содержания силоксановой фазы. Установлено, что малые добавки (1-3 масс.ч.) силоксанового компонента в смесях при 293 К образуют в эпокисилоксановых полимерах микронеровности большой высоты (20-24 мкм) при значительном расстоянии между ними (0,8-1 мм). Повышение температуры термостатирования при смешении компонентов до 323 К и увеличении концентрации силоксанового компонента до 10 масс.ч. приводит к уменьшению микронеровностей до 5-8 мкм, а расстояние между ними до 0,3-0,5 мм. Дальнейшее увеличение концентрации силоксанового компонента (до 20 масс.ч. и выше) приводит к снижению расстояния между вершинами шероховатостей поверхности до 0,2-0,3 мм, а силоксановая фаза становится непрерывной [1-3].

Исследована зависимость триботехнических (коэффициент трения и износостойкость) свойств эпокисилоксановых полимеров от шероховатости поверхности и соотношения олигомеров в смеси. Как видно из рис.1 зависимость показателей коэффициента трения  $\mu$  потери массы при износе от содержания силоксанового компонента носит экстремальный характер с явно выраженным минимумом при 10 масс.ч. ДМСК, что соответствует 28% содержанию силоксановой фазы в рабочем слое. Такое снижение коэффициента трения и износа до минимального значения объясняется наличием в поверхностных слоях образцов как силоксанового, так и эпоксидного полимеров, имеющих различную микротвердость и триботехнические характеристики. Процесс износа эпокисилоксановых полимеров по-видимому подчиняется общим триботехническим правилам Шарпи. Повышение концентрации силоксанового компонента в полимере приводит к увеличению износа и коэффициента трения [4-6].

Из данных рис.1 и табл.1 видно, что разработанные полимеры обладают повышенными по сравнению с эпоксидными полимерами гидрофобностью и антиадгезионностью, температурой начала и энергии активации деструкции. Их значения проходят через экстремум, приходящийся также на 10 масс.ч. ДМСК.



Рис.1, Зависимость контактного угла смачивания ( $\theta$ ), коэффициента трения ( $\kappa$ ), потери массы при износе ( $\text{И}$ ), адгезионной прочности ( $\text{А}$ ), удерживающей силы сцепления ( $\text{F}$ ) эпоксиддиметилсилоксановых полимеров от содержания силоксанового компонента.

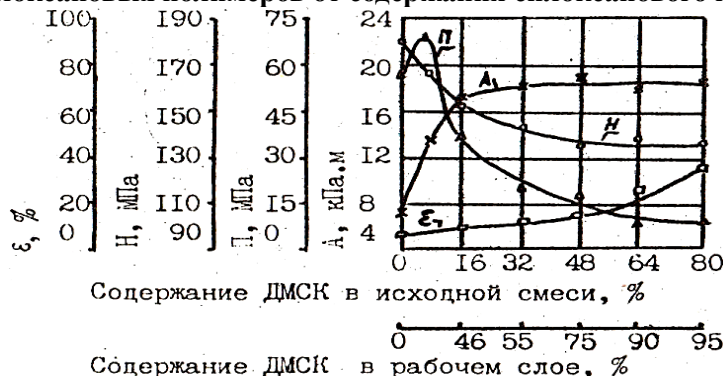


Рис. 2. Зависимость ударной вязкости ( $\text{А}$ ), предела прочности при растяжении ( $\Pi$ ), относительного удлинения ( $\varepsilon$ ) микротвердости ( $\text{Н}$ ) эпоксиддиметилсилоксановых полимеров от содержания силоксанового компонента.

Данные приведены для смеси ЭД-20/ПП + ДМСК/МЭОТК.

Таблица 1

Термографические характеристики эпоксисилоксановых полимеров градиентного типа

| Показатели                             | Базовые эпоксидные полимеры |                | Характеристики рабочего слоя полимеров при исходной концентрации силоксанового компонента в % |       |       |        |       |       |
|----------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|
|                                        | Состав                      | Характеристики | ДМСК/МЭОТК                                                                                    |       |       | КО-812 |       |       |
|                                        |                             |                | 5                                                                                             | 10    | 15    | 5      | 20    | 30    |
| Температура начала деструкции, к       | ЭД-20/ПП                    | 543            | 560                                                                                           | 567   | 589   | 548    | 560   | 565   |
|                                        | ЭД/20/УП583                 | 550            | 564                                                                                           | 578   | 594   | 559    | 567   | 585   |
|                                        | ЭД/20/УП0633М               | 497            | 518                                                                                           | 524   | 537   | 507    | 518   | 529   |
| Температура 10- %ной потери массы, К   | ЭД-20 ЛШ                    | 613            | 621                                                                                           | 640   | 665   | 618    | 634   | 656   |
|                                        | ЭД-20/УП583                 | 625            | 636                                                                                           | 654   | 677   | 630    | 646   | 667   |
|                                        | ЭД-20/УП0633М               | 520            | 533                                                                                           | 558   | 570   | 527    | 536   | 548   |
| Энергия активации деструкции, кДж/моль | ЭД-20/ПП                    | 167,1          | 390,5                                                                                         | 425,5 | 488,4 | 348,4  | 416,2 | 468,8 |
|                                        | ЭД-20/УП583                 | 174,5          | 412,8                                                                                         | 422,6 | 494,8 | 407,4  | 418,8 | 476,7 |
|                                        | ЭД-20/УП0633М               | 137,2          | 355,2                                                                                         | 360,1 | 398,3 | 344,2  | 358,6 | 372,1 |

Таким образом, видно, что регулируя содержание силоксановой фазы в рабочих слоях можно существенно повышать триботехнические, химические и теплофизические свойства полимеров.

Во втором разделе четвертой главы приводятся результаты исследования влияния градиентного распределения силоксановой фазы на их физико-химические и механические

свойства. При исследовании деформационно-прочностных зависимостей полимеров от соотношения компонентов смеси и условий формования выявлен их экстремальный характер. В области малых содержаний силоксанового компонента в таких полимерах наблюдается существенное увеличение показателей статической и динамической механической прочности, что видно из рис.2.

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокмпозитов

|                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Исследование закономерностей формирования эпоксисилоксановых полимерных материалов для применения в осях бетонных изделий .....                 | 3  |
| Jo'rayev M.M., Xushvaqto'v S.Y., Xasanova M.A. Yeryong'oq po'stlog'i asosidagi yangi materialning fizik kimyoviy xossalari .....                                                                                                    | 6  |
| Жумаева А.А. Модификацияланган базальт билан тўлдирилган ПВХ композицияларини қайта ишлашда уларнинг технологик хоссаларини тадқиқ қилиш ва пластограммалар таҳлили .....                                                           | 9  |
| Турабджанов С.М., Кучкарова Н., Юсупова Г., Шамсуддинов Л. Титан (IV) билан КУ-2-8 катионитини модификациялаш шароитларини ва олинган ионитнинг қўлланиш соҳаларини аниқлаш .....                                                   | 12 |
| Негматов С.С., Тургунов А.А., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Исследование взаимосвязи между структурой эпоксисилоксановых полимерных композиций и их важнейшие эксплуатационные свойства .....               | 16 |
| Tursunova D.I., Maksumova O.S. Kislotali gidroliz usuli bilan tovuq patidan sintez qilingan oqsilining xromatografik tahlili .....                                                                                                  | 19 |
| Usmonova X.X., Eshtursunov D.A., Botirov S.X., Muxamediyev M.G., Bekchanov D.J. Uzoq tartibdagi ta'sirlashuvga asoslangan ion almashinuvchi materiallar yordamida suvli eritmalaridan Cu(II) ionlarini samarali ajratib olish ..... | 23 |
| Sherkulova N., Shodiev D., Khamidova I. Great opportunities to increase the range and competitiveness of silk fabrics .....                                                                                                         | 25 |

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Эргашев Н.Э., Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Негматов Ж.Н., Муродов И.И., Абдукаххаров А.А. Исследование физико-механических свойств композиционных полиэтиленовых материалов триботехнического назначения .....                                                                                                     | 28 |
| Berdiyev D.M., Abdullayev B.K., Abdullayev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash .....                                                                                                                                                       | 31 |
| Махмадуллаев Ж.О., Джалилов А.Т., Соттикулов Э.С., Соатов С.Ў. Маҳаллий полимер олтингутуртти резина қоришмаларининг реологик хоссаларига бўлган таъсирини ўрганиш .....                                                                                                                                         | 34 |
| Абед Н.С. Исследование влияния минеральных, волокнистых и углеграфитовых наполнителей на физико-механические свойства композиционных полимерных материалов .....                                                                                                                                                 | 36 |
| Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Маткаримова Н.С., Носирхужаев С.К., Нуралиев О.У., Исмоилов Ж.Б., Акрамов У.А., Чориев Х.И., Тухтамуродов Ф.Б. Термодинамические основы процесса восстановления оксидов металлов в медных производственных конвертерных шлаках с применением клинкера ..... | 40 |
| Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Эргашев Н.Э., Абдукаххаров А.А., Муродов И.И., Бозорбоев Ш.А. Исследование антифрикционно-износостойких композиционных полиэтиленовых материалов применяемых в рабочих органах хлопковых машин и механизмов .....                                                                      | 46 |
| Абралов М.А., Рауфов Л.М. Повышение износостойкости деталей тяго-дутьевых механизмов нанесением покрытий с переменной твердостью .....                                                                                                                                                                           | 48 |
| Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Абдукаххаров А.А., Эргашев Н.Э., Муродов И.И., Негматов Ж.Н. Исследование возникновения температуры и заряда статического электричества в зоне трения при фрикционном взаимодействии композиционных полиэтиленовых материалов с хлопко-сырцом .....                                   | 51 |
| Негматов С.С., Абед Н.С., Сергиенко В.П., Улмасов Т.У., Бухаров С.Н., Туляганова В.С., Рузиева Б.Ю. Экспериментальная оптимизация рецептуры, структуры и размерности компонентов по критерию ослабления звуковой энергии .....                                                                                   | 53 |
| Юнусходжаева Х.М., Юнусходжаева Н.Д., Миртолипова Н.Х. Исследования характеристик утепляющих материалов для проектирования теплозащитной одежды .....                                                                                                                                                            | 57 |
| Абдуллаев Ф.К., Тураходжаев Н.Д., Махмудов Ф.М., Тўраев А.Н., Йўлдашев О.Ч., Ахмидова М.Э. Исследования износостойкости высокохромистых чугунов .....                                                                                                                                                            | 61 |
| Тилабов Б.К. Технологические процессы изготовления качественных металлопрокатных продукции .....                                                                                                                                                                                                                 | 64 |
| Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Axmedova M.E., Nurdinov Z.B. Yuqori bosim ostida ADC12 markali alyuminiy qotishmasidan quyib olingan avtomobil detallarining mexanik va mikrostrukturaviy xossalari tadqiqot qilish .....                                                                   | 68 |
| Эрматов О.С., Холдоров Б.Б., Ражабов Ё.С., Додаев К.О. Получение новых свойств соусов-паст за счёт добавления муки пророщенной крупы маш ( <i>Vigna radiata</i> )а .....                                                                                                                                         | 71 |